

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年8月16日 (16.08.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/59170 A1

(51) 国際特許分類⁷: C22C 38/18, 38/54, 38/60

(21) 国際出願番号: PCT/JP00/00775

(22) 国際出願日: 2000年2月10日 (10.02.2000)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 愛知製鋼株式会社 (AICHI STEEL WORKS, LTD.) [JP/JP]; 〒476-8666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 Aichi (JP). 山陽特殊製鋼株式会社 (SANYO SPECIAL STEEL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒672-8677 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 Hyougo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岩間直樹 (IWAMA, Naoki) [JP/JP]. 大脇 進 (OWAKI, Susumu) [JP/JP]. 内山雅夫 (UCHIYAMA, Masao) [JP/JP]. 藤井伊佐夫 (FUJII, Isao) [JP/JP]. 西門勝司 (NISHIMON, Syoji) [JP/JP]; 〒476-8666 愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内 Aichi (JP). 常陰

典正 (TSUNEKAGE, Norimasa) [JP/JP]. 小林一博 (KOBAYASHI, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒672-8677 兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字3007番地 山陽特殊製鋼株式会社内 Hyougo (JP). 森 元秀 (MORI, Motohide) [JP/JP]; 〒471-8572 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 大庫和孝 (OGO, Kazutaka) [JP/JP]. 内藤国雄 (NAITO, Kunio) [JP/JP]; 〒480-1192 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社 豊田中央研究所内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 弁理士 高橋祥泰, 外 (TAKAHASHI, Yoshiyasu et al.); 〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅3丁目26番19号 名駅永田ビル Aichi (JP).

(81) 指定国 (国内): US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MACHINE STRUCTURAL STEEL BEING FREE OF LEAD, EXCELLENT IN MACHINABILITY AND REDUCED IN STRENGTH ANISOTROPY

(54) 発明の名称: 被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼

(57) Abstract: A machine structural steel being free of lead, excellent in machinability and reduced in strength anisotropy, which has the following composition based on weight; C: 0.10 to 0.65 %, Si: 0.03 to 1.00 %, Mn: 0.30 to 2.50 %, S: 0.03 to 0.35 %, Cr: 0.1 to 2.0 %, Al: less than 0.010 %, Ca: 0.0005 to 0.020 %, Mg: 0.0003 to 0.020 %, O: less than 20 ppm, balance: Fe and inevitable impurities. The structural steel contains no Pb and has properties which are same as or superior to those of a conventional free cutting steel containing Pb.

(57) 要約:

Pbを含有せず、かつ、従来のPb含有快削鋼と同等以上の特性を有する、被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼を提供する。

重量%において、C: 0.10~0.65%, Si: 0.03~1.00%, Mn: 0.30~2.50%, S: 0.03~0.35%, Cr: 0.1~2.0%, Al: 0.010%未満, Ca: 0.0005~0.020%, Mg: 0.0003~0.020%を含有し、O: 20ppm未満であり、残部Feおよび不可避不純物からなる。



WO 01/59170 A1

明細書

被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼

5 技術分野

本発明は、機械的性質の異方性が小さく、広範な切削方法や切削条件における被削性に優れ、かつ、鉛を含有しない鉛無添加の機械構造用鋼に関する。

背景技術

- 10 近年の切削加工の高速化、自動化の発展に伴って、機械構造用部品に使用される鋼材の被削性が重要視されるようになり、被削性を改善した鋼いわゆる快削鋼の需要が高まっている。しかも、鋼材の必要強度は厳しくなりつつある。鋼材を高強度化した場合には被削性は劣化する。すなわち近年の機械構造用鋼には、高強度化と被削性という相反する特性の改善が要求されている。
- 15 現在、一般的に使用されている快削鋼としては、P b、S、C aを含有させた鋼材がある。この中でも、P bを含有するP b快削鋼は、基本鋼と比較して機械的性質の劣化が小さく、一般の旋削加工において切粉処理性の改善を示し、ドリル加工、タップ加工、リーマ加工、中ぐり加工等の工具寿命の延長を図ることができるという優れた特徴を有している。また、P b快削鋼は、(穴深さ／
- 20 ドリル直径) ≥ 3 となる深穴のあけ加工時に切屑の排出を容易にし、突発的な切屑つまりによる工具の折損防止にも優れている。

また、P bに加えて他のS、C a等を加えてこれらの優れた特性を付加したP b複合快削鋼も種々開発されている。

しかしながら、上記従来のP b含有快削鋼においては、次の問題がある。

- 25 即ち、P bは、上記のごとく被削性向上には非常に有効であるが、環境面では有害性を有する物質である。そのため、近年の環境問題への関心の高まりか

ら、P bを含有することなく、P b含有快削鋼に匹敵する鋼材の開発が望まれている。

一方、従来よりP bを含有しない他の快削鋼もあるが、これらは、次のような欠点を有し、P b含有快削鋼の代替として使用できない場合が多い。

- 5 例えば、Sを添加したS快削鋼は、比較的広範な切削加工に対して工具寿命を延長させる改善効果を示すが、P b快削鋼にくらべて切粉処理性が悪い。また、Sを含有する場合には、介在物として存在するMn Sが熱間圧延あるいは熱間鍛造中に延伸するため、圧延方向から直角方向に近づくにつれて衝撃強度等の機械的性質が低下する、強度異方性という問題がある。したがって、衝撃
- 10 強度が重要とされる部品を対象とした鋼材はS含有量をできるだけ抑える必要があり、その結果十分な被削性が得られない場合がある。

- また、Ca脱酸により鋼中の酸化物系介在物を低融点化させたCa脱酸快削鋼は、鋼材の強度特性にほとんど影響を及ぼさず、高速切削領域の超硬工具寿命に著しい延長効果を示す。しかし、Ca脱酸快削鋼は超硬工具寿命以外の被
- 15 削性改善効果がほとんど認められないため、オールラウンドの被削性を得るためにSあるいはP bとの複合で使用される場合が一般的である。

- 従来のCa脱酸快削鋼とは異なり、S快削鋼の欠点である強度異方性をCa添加によって鋼中の介在物を均一に分散・分布させることから改善し、同時に被削性も向上させた例として特公平5-15777号に記載された鋼材がある。
- 20 この場合、Ca脱酸快削鋼のような欠点はないが、十分な被削性を得るには多量のSを添加する必要がある。その場合に硫化物を形態制御させるために必要十分な量のCaを鋼材中に含有させることはCa歩留りが低いため量産鋼としての製造は極めて困難である。

- また上記のCaと同様な効果を狙った例として特公昭52-7405号公報
- 25 に記載された鋼材がある。これらは、Mg, Baの第1群元素の1種または2種とS, Se, Teよりなる第2群元素の1種以上を含有した快削鋼である。

この鋼材は、Oを0.004～0.012%の範囲で積極的に添加しているので、疲労強度に劣るおそれがある。さらにOの積極添加により鋼中の酸化物が増加し、ドリル加工性等の切削性の低下も予想される。

- また特公昭51-4934号公報の快削鋼においては、Mg、Baの第1群
5 元素の1種または2種とS、Se、Teよりなる第2群元素の1種以上を含有した快削鋼と、さらにCaを選択的に含有した快削鋼が開示されている。しかし、この鋼は、Oを0.002～0.01%の範囲で積極的に添加している。そのため、疲労強度に劣るおそれがある。さらにOの積極添加により鋼中の酸化物が増加し、ドリル加工性等の切削性の低下も予想される。
- 10 また特開昭51-63312号公報には、SとMgとCa、Ba、Sr、SeおよびTeの元素の1種以上を含有する快削鋼が開示されている。しかし、当該公報には、鋼の具体的な成分系が示されておらず、技術の開示が不十分である。また、この鋼は、Al脱酸を前提としており、Al含有量が0.02%を超え、O量の限定もなく、疲労強度に劣るおそれがある。さらにOの積極添
15 加により鋼中の酸化物が増加し、ドリル加工性等の切削性の低下も予想される。

本発明は、かかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、Pbを含有せず、かつ、従来のPb含有快削鋼と同等以上の特性を有する、被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼を提供しようとするものである。

20 発明の開示

- 請求の範囲第1の発明は、重量%において、C:0.10～0.65%、Si:0.03～1.00%、Mn:0.30～2.50%、S:0.03～0.35%、Cr:0.1～2.0%、Al:0.010%未満、Ca:0.0005～0.020%、Mg:0.0003～0.020%を含有し、O:20
25 ppm未満であり、残部Feおよび不可避不純物からなることを特徴とする、被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼にある。

本発明において最も注目すべきことは、A l 及びOの含有量を上記特定の範囲に低減し、かつ、S含有量を一般レベルよりも高め、さらにM g 及びC a を複合添加し、P b の添加を完全に無くした点にある。

なお、機械構造用鋼は、調質強靱鋼、非調質鋼、肌焼鋼という3種類の鋼種
5 に大きく分類され、用途等によって使い分けられる。そのため、本発明の鉛無添加の機械構造用鋼においても、これらの3種類の鋼種ごとに若干成分範囲の好ましい範囲が異なる場合がある。

以下に、上記構成成分の限定理由について、上記3種類の鋼種における好ましい範囲をまじえて説明する。

10 C : 0.10 ~ 0.65 %,

Cは、機械構造用鋼としての強度を確保するための必須元素であり、0.10 %以上添加する。しかし、多すぎると硬さ増加から靱性および被削性の劣化を招くため上限を0.65 %とする。

特に、調質強靱鋼の場合には、好ましくは0.28 ~ 0.55 %であり、
15 より好ましくは0.32 ~ 0.48 %がよい。

非調質鋼の場合には、好ましくは0.10 ~ 0.55 %であり、より好ましくは0.35 ~ 0.50 %がよい。

肌焼鋼の場合には、好ましくは0.10 ~ 0.30 %であり、より好ましくは0.12 ~ 0.28 %がよい。

20 Si : 0.03 ~ 1.00 %,

Siは、製鋼時の脱酸剤として不可欠であるため下限を0.03 %とする。しかし、過剰に添加すると延性を低下させるほか、鋼中に高硬度の介在物であるSiO₂を生成させて被削性も劣化させるため上限を1.00 %とする。

Siは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.10 ~ 0.5
25 0 %であり、より好ましくは0.15 ~ 0.35 %がよい。

Mn : 0.30 ~ 2.50 %,

Mnは、一般に鋼の強度、靱性、熱間延性、焼入性を確保する上で重要な元素であり、かつ、本発明において、硫化物系介在物生成に不可欠な元素であるため0.30%以上添加する。しかし、多すぎると硬さ増加から被削性が劣化するため上限を2.50%とする。

- 5 Mnは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.40～2.00%であり、より好ましくは0.60～1.50%がよい。

S : 0.03～0.35%,

- Sは、被削性を改善させる硫化物系介在物の生成元素であり、被削性改善効果を得るためには少なくとも0.03%以上添加する必要がある、Sの増量に伴い被削性は向上する。しかし、多すぎるとCaおよびMgによる硫化物形態制御が困難となり、衝撃異方性が劣化するため、上限を0.35%とする。
- 10

Sは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.04～0.30%であり、より好ましくは0.08～0.20%がよい。

Cr : 0.1～2.0%,

- 15 Crは、鋼の焼入性および靱性を向上させるために添加する。その効果を得るためCrは0.1%以上必要である。一方、多量に添加した場合には被削材の硬さが増加することから、被削性確保のためにはCrは2.0%以下とする必要がある。

- Crは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.10～1.50%であり、より好ましくは0.15～1.20%がよい。
- 20

Al : 0.010%未満,

Al量が0.010%以上の場合には、高硬度の Al_2O_3 よりなる介在物が生成され、被削性の劣化および疲労強度の低下を招いてしまう。

- なお、Alについては、上記3種類の鋼種における好適な範囲の差異はほとんどない。
- 25

Ca : 0.0005～0.020%,

Caは、Mn、Mgと共に硫化物生成元素であるとともに、Al、Siとの複合酸化物をも生成し、被削性向上効果および硫化物形態制御による機械的性質の異方性改善効果がある。その効果を得るためには少なくとも0.0005%以上必要である。また製鋼段階でのCa歩留りは非常に悪く、必要以上に含有させてもその効果が飽和するため、Caの上限を0.020%とする。

Caは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.0005~0.0060%であり、より好ましくは0.0005~0.0040%がよい。
Mg : 0.0003~0.020%,

Mgは、Caと同様の効果を示し、Caと複合で存在させた場合に大きな被削性改善効果および機械的性質の異方性改善効果が得られる。その効果を得るためには少なくとも0.0003%以上必要である。一方、必要以上に含有させてもその効果が飽和状態となり、無駄であるためMgの上限を0.020%とする。

Mgは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.0003~0.0060%であり、より好ましくは0.0005~0.0040%がよい。

O : 20 ppm未満

Oは、被削性に有害な酸化物系の硬質介在物の生成を抑制する点から極力低減させることが望ましい。Oが20 ppm以上となると、酸化物系の硬質介在物の生成量が増えて被削性を損なうと共に、疲労強度が低下するため、Oを20 ppm未満とする必要がある。

なお、Oについては、上記3種類の鋼種における好適な範囲の差異はほとんどない。

このように、本発明では、AlおよびOの含有量を上記のごとく制限することにより酸化物形態を制限し、かつ、S含有量を一般レベルよりも高め、CaおよびMgを同時に鋼中に含有させることにより、衝撃特性の劣化、特に衝撃異方性（強度異方性）を最小限に抑えることができ、かつPb含有の快削鋼並

に被削性を向上させることができる。この強度異方性及び被削性向上効果は、CaとMg一方のみを鋼材中に存在させる場合よりも大きな改善効果となる。

さらに、本発明ではAlおよびOの含有量を上記のごとく制限することにより、被削性向上効果に加えて疲労強度の改善等の効果をも得ることができる。

- 5 次に、請求の範囲第2の発明は、重量%において、C : 0.10～0.65%, Si : 0.03～1.00%, Mn : 0.30～2.50%, S : 0.03～0.35%, Cr : 0.1～2.0%, Al : 0.005%未満, Ca : 0.0005～0.020%, Mg : 0.0003～0.020%を含有し、O : 20ppm未満であり、残部Feおよび不可避不純物からなることを特徴とする、被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼にある。

本発明において最も注目すべきことは、上記の請求の範囲第1の鉛無添加の機械構造用鋼に比べて、さらにAl含有量を低減し、0.005%未満とすることである。

- 15 そして、この鉛無添加の機械構造用鋼においては、Alを0.005%未満とすることにより、実際の製造上問題となる連続铸造性を大幅に改善することができる。

- 20 即ち、上記Alの含有量が0.005%以上となった場合には、溶鋼中に多量のCaS生成を促し、CaSが連続铸造用のノズルに堆積し、これを閉塞しやすくなるという問題がある。この問題を上記Al含有量の0.005%未満という制限により、確実に解消することができる。

- 25 また、請求の範囲第3の発明のように、上記鉛無添加の機械構造用鋼は、さらにMo : 0.05～1.00%, Ni : 0.1～3.5%, V : 0.01～0.50%, Nb : 0.01～0.10%, Ti : 0.01～0.10%, B : 0.0005～0.0100%から選択した1種または2種以上を含有することが好ましい。

これらの好ましい成分の成分範囲の限定理由を以下に示す。

Mo : 0.05 ~ 1.00%, Ni : 0.1 ~ 3.5%,

Mo, Niは、鋼の焼入性および靱性を向上させる元素で必要な場合に添加する。その効果を得るため、Moは0.05%以上、Niは0.1%以上添加することが好ましい。多量に添加した場合には被削材の硬さが増加することから、被削性確保のためには、Moは1.00%以下、Niは3.5%以下とすることが好ましい。

Moは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.10 ~ 0.40%であり、より好ましくは0.15 ~ 0.30%がよい。

またNiは上記3種類のいずれの鋼種においても、好ましくは0.40 ~ 3.00%であり、より好ましくは0.40 ~ 2.00%がよい。

V : 0.01 ~ 0.50%,

Vは析出強化作用の強い元素であるので、焼入焼戻し処理を省略する場合に添加する。この効果を得るには0.01%以上添加することが好ましい。一方、0.50%を超えて含有させても効果は飽和するので上限を0.50%とすることが好ましい。

非調質鋼の場合には、より好ましくは0.05 ~ 0.35%であり、さらに好ましくは0.05 ~ 0.30%がよい。

Nb : 0.01 ~ 0.10%, Ti : 0.01 ~ 0.10%,

Nb, Tiはそれぞれ炭窒化物を生成し、ピン止め効果により結晶粒を微細化させる効果があり、必要に応じて添加する。この効果を得るには0.01%以上必要であるが、0.10%を超えて含有させても効果は飽和するので上限を0.10%とすることが好ましい。より好ましくは0.01 ~ 0.08%であり、さらにも好ましくは0.01 ~ 0.06%がよい。

B : 0.0005 ~ 0.0100%,

Bには少量の含有で焼入性を向上させ、鋼の機械的性質を向上させる効果があり、必要に応じて添加する。この効果を得るには0.0005%以上必要で

あるが、0.0100%を超えて含有させても効果は飽和するので上限を0.0100%とすることが好ましい。より好ましくは0.0005~0.0060%であり、さらに好ましくは0.0005~0.0040%がよい。

また、請求の範囲第4の発明のように、上記鉛無添加の機械構造用鋼は、さらに、Bi:0.01~0.30%, REM:0.001~0.10%から選択した1種または2種を含有することが好ましい。

これらの好ましい成分の成分範囲の限定理由を以下に示す。

Bi:0.01~0.30%,

Biは機械的性質の異方性をほとんど劣化させることなく、切屑処理性および穿孔性を改善するのに有効であるため、そのような特性が特に必要な場合に添加する。この効果を得るには0.01%以上必要であるが、0.30%を超えて含有させても効果は飽和し、またコスト高となるため、上限を0.30%とすることが好ましい。より好ましくは0.01~0.10%であり、さらに好ましくは0.01~0.08%がよい。

15 REM:0.001~0.10%,

REM(希土類元素)は硫化物の形態制御効果が大きいため、Mg, Caの効果を助長させる場合に用いる。なお、REMは主にCe, La, Nd, Pr, Smの混成合金から成るものである。この効果を得るには0.001%以上のREMが必要であるが、0.10%を超えて含有させても効果は飽和し、またコスト高となるため、上限を0.10%とすることが好ましい。より好ましくは0.001~0.006%であり、さらに好ましくは0.001~0.004%がよい。

また、請求の範囲第5の発明のように、上記鉛無添加の機械構造用鋼は、硫化物系の介在物として(Ca, Mg)S, (Ca, Mg, Mn)Sの1種または2種を含有することが好ましい。上記SとCa, Mg, Mnとの硫化物としては種々あるが、この中でも、特にCa, Mg, Sによる複合的な硫化物(Ca,

Mg) S, 或いは, Ca, Mg, Mn, Sによる複合的な硫化物 (Ca, Mg, Mn) Sの少なくとも一方を含有させることにより, 超硬工具摩耗性を大幅に改善することができる。

5 図面の簡単な説明

第1図は, 実施形態例1における, ドリル深穴性の評価方法を示す説明図,

第2図は, 実施形態例6における, 本発明鋼X中の各元素の像を示す図面代用写真,

第3図は, 実施形態例7における, 本発明鋼Xを切削した工具に付着した各
10 元素の像を示す図面代用写真,

第4図は, 実施形態例7における, 従来鋼Yを切削した工具に付着した各元素の像を示す図面代用写真,

第5図は, 実施形態例7における, 従来鋼Zを切削した工具に付着した各元素の像を示す図面代用写真である。

15

発明を実施するための最良の形態

本発明の鉛無添加の機械構造用鋼の優れた特性を評価すべく, 調質強靱鋼, 非調質鋼, 肌焼鋼の3種類の鋼種ごとに種々の試験を行った。

これらの試験結果を実施形態例として以下に示す。

20

実施形態例1

本例では, 表1, 表3に示すごとく, 調質強靱鋼における発明鋼Aと従来鋼B, Cとを準備し, これらの比較を行った。

従来鋼Bは, Pbを0.1%含有するPb快削鋼である。また, この従来鋼
25 Bは, S含有量及びO含有量が本発明範囲から外れている。

また, 従来鋼Cは, Ca, Mgを添加していないものである。

各鋼材は、100kg真空溶解炉にて溶製し、1200℃にてφ60mmへ鍛伸し、一部はさらに40×70mm角材に鍛伸した。その後、いずれも880℃にて焼入れ後、580℃にて焼戻しの熱処理を実施した。

そして、φ60mm材を用いて被削性試験、引張試験、鍛伸方向（以下、L
5 方向と示す）の衝撃試験を実施した。また、40×70mm角材を用いて鍛伸方向と直角の方向（以下、T方向と示す）の衝撃試験を実施した。

被削性試験方法と切削条件を表2に示す。なお、引張試験片はJIS4号試験片を、衝撃試験片はJIS3号試験片を用いた。

被削性試験評価項目は本発明の目的がPb快削鋼に代替する鋼の開発にある
10 ことに鑑み、Pb快削鋼の長所である切屑処理性、ドリル切削性を中心に評価した。

また、被削性試験の一つであるドリル深穴性試験は、図1に示すように、穿孔開始から切削抵抗（トルク）を測定し、そのトルク T_2 が安定穿孔トルク T_1 の2倍になるまでの穿孔時間 t を「安定穿孔時間」とし、「安定穿孔時間（sec）」×「送り量（mm/sec）」で定義した「安定穿孔深さ（mm）」を算出して評価した。
15

試験結果等を表3に示す。

表3より知られるごとく、調質強靱鋼における本発明鋼Aは、全ての評価項目において、従来鋼B、Cよりも優れた特性を示した。特に、ドリル寿命につ
20 いては、従来のPb快削鋼よりも格段に優れた性能を示した。

(表1) 実施形態例1～3

実施形態例No.	鋼種	化学成分(重量%, Ca, Mg, Oはppm)														
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Nb	V	Pb	Bi	Ca
1 調質強 靱鋼	発明鋼 A	0.39	0.24	0.99	0.014	0.096	0.13	0.15	1.14	-	0.007	-	-	-	-	20
	従来鋼 B	0.38	0.22	0.81	0.013	0.015	0.12	0.08	1.13	-	0.003	-	-	0.10	-	-
	従来鋼 C	0.40	0.25	0.90	0.013	0.062	0.12	0.08	1.09	-	0.006	-	-	-	-	-
2 非調質 鋼	発明鋼 D	0.40	0.26	1.19	0.023	0.175	0.10	0.04	0.18	-	0.002	-	0.12	-	-	20
	従来鋼 E	0.39	0.25	0.86	0.019	0.015	0.11	0.05	0.20	-	0.029	-	0.11	0.17	-	-
	従来鋼 F	0.40	0.25	0.90	0.018	0.060	0.09	0.04	0.18	-	0.014	-	0.11	0.18	-	22
	従来鋼 G	0.40	0.25	0.99	0.018	0.098	0.10	0.04	0.19	-	0.014	-	0.11	-	-	-
3 肌焼鋼	発明鋼 H	0.21	0.23	0.98	0.018	0.090	0.13	0.70	0.49	0.20	0.003	0.050	-	-	-	30
	従来鋼 I	0.20	0.24	0.97	0.019	0.092	0.12	0.69	0.50	0.20	0.003	0.040	-	-	0.040	24
	従来鋼 J	0.20	0.24	0.76	0.019	0.020	0.14	0.71	0.49	0.19	0.025	0.050	-	0.11	-	-
	従来鋼 K	0.21	0.25	0.86	0.017	0.054	0.12	0.70	0.50	0.20	0.020	0.050	-	-	-	-

(表2)

試験項目				
	超硬工具摩耗	切屑処理性	ドリル深穴性	ドリル寿命
工具	P20	P20	SKH51 (φ 6mm)	SKH51 (φ 5mm)
切削速度	150m/min	150m/min	19m/min	27m/min
送り	0.2mm/rev	0.10, 0.15, 0.20mm/rev	0.1mm/rev	0.2mm/rev
切込み	1.5mm	1.5mm	—	穿孔深度: 15mm
切削油	乾式	乾式	乾式	乾式
評価基準	5分間切削後の 横逃げ面摩耗量	切屑処理性指数 (切屑個数/切屑重量)	安定穿孔深さ (図1)	溶損または折損 までの穴数

(表3) 実施形態例1~3

実施形態例No.	鋼種	試験結果								
		超硬工具摩耗 (mm)	切屑処理性 指数	ドリル深穴性 (mm)	ドリル寿命 (穴数)	切削試験片 硬さ(Hv)	機械試験片 硬さ(Hv)	引張強さ (Mpa)	衝撃異方性 (T方向/L方向)	
1 調質強 靱鋼	発明鋼 A	0.12	13	63	622	295	295	957	0.30	
	従来鋼 B	0.17	13	60	587	293	293	949	0.32	
	C	0.13	8	35	294	292	292	951	0.18	
2 非調質 鋼	発明鋼 D	0.07	32	94	1149	244	244	791	0.35	
	従来鋼 E	0.14	21	69	688	244	244	789	0.52	
	F	0.12	32	94	928	240	240	780	0.42	
	G	0.12	26	47	933	241	241	780	0.27	
3 肌焼鋼	発明鋼 H	0.06	22	73	845	193	429	1294	0.48	
	I	0.06	39	94	996	192	430	1302	0.44	
	従来鋼 J	0.09	21	73	730	188	426	1265	0.62	
	K	0.07	6	29	341	192	430	1297	0.23	

実施形態例 2

本例では、上述した表 1、表 3 に示すごとく、非調質鋼における発明鋼 D と従来鋼 E ～ G とを準備し、これらの比較を行った。

従来鋼 E は、P b を 0. 1 7 % 含有する P b 快削鋼である。また、従来鋼 F
5 は、P b を 0. 1 8 % 含有するとともに C a を 2 2 p p m 含有する P b と C a を複合添加した快削鋼である。また、従来鋼 G は、C a、M g を含有していないものである。また従来鋼 E ～ G は、いずれも A 1 が 0. 0 1 0 % を超えている。

各鋼材は、3 0 k g 真空溶解炉にて溶製し、1 2 0 0 °C にて ϕ 4 0 m m へ鍛伸し、一部はさらに 4 0 × 7 0 m m 角材に鍛伸した。その後、いずれも 1 2 0
10 0 °C の温度に 3 0 分間保持した後、空冷の熱処理を実施した。

そして、 ϕ 4 0 m m 材を用いて被削性試験、引張試験、L 方向の衝撃試験を実施した。また、4 0 × 7 0 m m 角材を用いて T 方向の衝撃試験を実施した。

試験方法、切削条件、引張試験片および衝撃試験片は実施形態例 1 と同様である。

15 試験結果等を上記表 3 に示す。

表 3 より知られるごとく、非調質鋼における本発明鋼 D は、全ての評価項目において、従来鋼 E ～ G よりも優れた特性を示した。特に、超硬工具摩耗量、ドリル寿命については、従来の P b 快削鋼よりも格段に優れた性能を示した。

快削性に優れる鉛複合快削鋼である従来鋼 F に比べ、P b 快削鋼の長所であるドリル寿命が格段に向上したのは、まさに、従来鋼に比べ A 1 と O を同時に
20 低減して酸化物量およびその形態を制御した上で、S 含有レベルを高めると共に M g、C a を複合添加したことによるものであって、これにより初めてなしたものである。

25 実施形態例 3

本例では、上述した表 1、表 3 に示すごとく、肌焼鋼における発明鋼 H、I

と従来鋼 J, K とを準備し, これらの比較を行った。

発明鋼 H と I は, 発明鋼 H に B i を添加したことが最も大きく異なる点である。

- 従来鋼 J は, 多量の S と P b とを添加した快削鋼である。また, 従来鋼 J, 5 K は, いずれも A l 含有量が 0. 0 1 0 % を超えている。

各鋼材は, 1 0 0 k g 真空溶解炉にて溶製し, 1 2 0 0 °C にて ϕ 6 0 mm へ鍛伸し, 一部はさらに 4 0 × 7 0 mm 角材に鍛伸した。その後, いずれも 9 0 0 °C の温度にて 6 0 分間の焼ならし熱処理を実施した。

- そして, ϕ 6 0 mm 材を用いて被削性試験を実施した。また, ϕ 6 0 mm 材 10 より, 引張試験, L 方向の衝撃試験片を, 4 0 × 7 0 mm 角材より T 方向の衝撃試験を粗加工した後, 8 8 0 °C にて焼入れ, 1 8 0 °C にて焼戻しを施してから仕上げ加工し, その後機械試験を実施した。

試験方法等は実施形態例 1 と同様である。

試験結果等を上記表 3 に示す。

- 15 表 3 より知られるごとく, 肌焼鋼における本発明鋼 H, I は, 少なくとも被削性では, 従来鋼 J, K よりも優れた特性を示した。また, 機械的性質に関しては, 従来鋼とほとんど差がない優れた特性が維持されていた。

特に B i を添加した本発明鋼 H は, ドリル寿命が飛躍的に向上している。これは, B i による低融点挙動により介在物の変形を増長させること, および複

- 20 合硫化物による工具摩耗の進行阻止効果によるものである。

実施形態例 4

本例では, 表 4 に示すごとく, 非調質鋼ベースでの, 本発明鋼 L, 従来鋼 M, N, 比較鋼 O を準備し, 疲労特性の比較を行った。

- 25 従来鋼 M は P b を含有する快削鋼であり, 従来鋼 N は P b の他に C a を加えた鉛複合快削鋼である。

比較鋼Oは、本発明鋼に対して、Oを増加させて20ppmを超えるようにしたものである。

各鋼材は、30kg真空溶解炉にて溶製し、1200℃にてφ60mmへ鍛伸した。そして1200℃の温度に30分間保持した後、空冷の熱処理を実施した。

そして、φ60mm材より試験片を削り出し、引張試験、小野式回転曲げ疲労試験を実施した。

試験結果を表5に示す。

表5より知られるごとく、本発明鋼Lは、従来鋼M（鉛快削鋼）、従来鋼N（鉛複合快削鋼）と比べて、引張強さではほとんど差がなく、疲労限および耐久比では同等以上の優れた特性を発揮した。また、本発明鋼Lに対して酸素量が高い比較鋼Oは、疲労特性が劣る。これは、酸化物介在物の量および大きさが増したためであると考えられる。

(表4) 実施形態例4 (非調質鋼)

鋼種		化学成分(重量%, Ca, Mg, Oはppm)														
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Al	V	Pb	Ca	Mg	O	
発明鋼	L	0.41	0.23	1.19	0.016	0.177	0.10	0.07	0.21	0.002	0.12	-	15	20	14	
	M	0.43	0.25	0.86	0.019	0.015	0.11	0.06	0.19	0.029	0.11	0.15	-	-	14	
従来鋼	N	0.43	0.23	0.87	0.018	0.060	0.16	0.07	0.20	0.014	0.12	0.19	24	-	17	
	O	0.41	0.22	1.20	0.015	0.174	0.10	0.07	0.20	0.001	0.12	-	8	7	31	

(表5) 実施形態例4(非調質鋼)

鋼種		疲労特性			
		引張強さ (Mpa)	疲労限 (Mpa)	耐久比	硬さ (Hv)
発明鋼	L	759	343	0.452	239
従来鋼	M	762	343	0.450	242
	N	765	343	0.448	240
比較鋼	O	761	299	0.393	241

実施形態例 5

本例では、調質強靱鋼と非調質鋼において、連続鋳造性の評価を行った。この評価には、表6に示すごとく、本発明鋼P～Sと比較鋼T～Wとを準備した。

- 5 比較鋼T～Wは、発明鋼P～Sに対してAl含有量を0.05%以上に増加させたものである。

連続鋳造テストは、130ton電気炉－LF（取鍋精錬炉）－RH（真空脱ガス装置）により溶製した後、型格370mm×530のブルーム連続鋳造機を用いて行った。そして、130tonの溶湯が上記連続鋳造機により鋳造

- 10 できるか否かをテストした。

テスト結果を表7に示す。

表7より知られるごとく、Alを0.005%未満に低く抑えた本発明鋼P～Sは、すべて、鋳造機のノズルを閉塞することなく130tonすべての連続鋳造を行うことができた。

- 15 これに対し、Al量が0.005%以上の比較鋼T～Wは、いずれもノズル閉塞が発生して、130tonすべてを連続鋳造することができなかった。

(表6) 実施形態例5

鋼種		化学成分(重量%, Ca, Mg, O, Nはppm)															
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	V	Ca	Mg	O	N	
発明鋼	非調質鋼	P	0.39	0.22	1.20	0.019	0.174	0.19	0.10	0.19	0.03	0.002	0.12	10	9	11	127
		Q	0.42	0.23	1.20	0.020	0.169	0.09	0.07	0.20	0.02	0.002	0.12	12	10	14	122
	調質強靱鋼	R	0.39	0.24	0.99	0.014	0.096	0.10	0.15	1.14	0.00	0.003	-	20	27	9	85
		S	0.41	0.23	1.03	0.020	0.101	0.13	0.16	1.09	0.02	0.002	-	19	19	10	74
比較鋼	非調質鋼	T	0.42	0.29	1.18	0.016	0.175	0.10	0.05	0.20	0.03	0.008	0.12	9	23	16	118
		U	0.40	0.43	1.25	0.017	0.152	0.15	0.08	0.20	0.05	0.008	0.12	8	10	13	124
	調質強靱鋼	V	0.40	0.25	1.00	0.012	0.103	0.07	0.16	1.10	0.01	0.007	-	18	25	11	87
		W	0.40	0.26	0.98	0.018	0.100	0.13	0.16	1.12	0.03	0.009	-	20	21	11	82

(表7) 実施形態例5

鋼種			連続 casting テスト結果	評価
発明鋼	調質強靱鋼	P	130ton 全て casting, ノズル閉塞発生せず	○
		Q	130ton 全て casting, ノズル閉塞発生せず	○
	非調質鋼	R	130ton 全て casting, ノズル閉塞発生せず	○
		S	130ton 全て casting, ノズル閉塞発生せず	○
比較鋼	調質強靱鋼	T	80ton casting した時点でノズル閉塞発生, 以後 casting 中止	×
		U	100ton casting した時点でノズル閉塞発生, 以後 casting 中止	×
	非調質鋼	V	50ton casting した時点でノズル閉塞発生, 以後 casting 中止	×
		W	60ton casting した時点でノズル閉塞発生, 以後 casting 中止	×

実施形態例 6

本例では、表 8 に示す非調質鋼ベースの本発明鋼 X を準備し、該発明鋼中における介在物を観察した。

- 5 本発明鋼 X は、30kg 真空溶解炉にて溶製し、1200℃にてφ40mm へ鍛伸した。その後、1200℃の温度に30分間保持した後、空冷の熱処理を実施した。

介在物観察結果を図 2 に示す。同図は、SEM 像と、同位置における Mn, Si, Mg, S, Al, Fe, O, P, Ca 元素のそれぞれの像を示す図面代
10 用写真である。

同図より知られるごとく、Mn, Mg, S および Ca が同一介在物内で検出されており、MnS, (Mg, Ca)S および (Mn, Mg, Ca)S の存在が確認された。また介在物の形状は、一般的に MnS で代表される硫化物は鍛伸後に棒状になるが、今回の発明鋼では球状である。このことにより、機械的性質の試験時に介在物による切欠き効果を減少させて機械的性質の衝撃異方性が
15 改善されと考えられる。

(表8)		(重量%、Ca、Mg、Oはppm)													
鋼種	X	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al	V	Pb	Ca	Mg	O
		0.45	0.21	0.79	0.018	0.058	0.06	0.14	0.01	0.002	0.12	-	19	9	12
従来鋼	Y	0.44	0.24	0.82	0.017	0.051	0.05	0.22	0.01	0.033	0.08	0.11	26	-	24
	Z	0.44	0.25	0.84	0.019	0.058	0.06	0.21	0.02	0.031	0.09	-	-	-	22

實施形態例 7

5 本例では、表 8 に示すごとく、本発明鋼 X の他に従来鋼 Y、Z を準備し、これらに超硬工具摩耗量、切屑処理性指数、ドリル深穴性、ドリル寿命を求める試験を行った。試験条件等は実施形態例 1 と同様である。そして、工具のすく

い面摩耗部（クレータ摩耗部）での合金元素の分布を観察した。

従来鋼Yは、P bおよびC aを含有する鉛複合快削鋼である。また、従来鋼Zは、P bは含有していないが、A l量を増大させ、かつ、C a、M gの両方の添加をやめたものである。これらの製造方法は本発明鋼Xと同様とした。

5 試験結果を表9に示す。

(表9)

鋼種		超硬工具摩耗 (mm)	切屑処理性指数	ドリル深穴性 (mm)	ドリル寿命 (穴数)
発明鋼	X	0.07	32	87	922
従来鋼	Y	0.12	32	87	920
	Z	0.20	3	39	393

表9より知られるごとく、本発明鋼Xは、従来鋼Y、Zに比べてすべての評価項目において優れていた。

次に、合金元素分布の観察結果を図3～図5に示す。これらの図は、摩耗試験後の工具すくい面摩耗部表面のSEM像と、同位置におけるC a、S、M n、M g、W、F e、S i、A l、O元素の像をそれぞれ示す図面代用写真である。

図3より知られるごとく、本発明鋼Xにおいては、工具のすくい面摩耗部には、M n、S、C a、M gが付着していた。このことから、M n Sと(C a、M g) Sの複合効果による潤滑作用が発揮され、工具摩耗の進行が抑制されたものと思われる。

一方、図4より知られるごとく、従来鋼Yにおいては、上記摩耗部には、C a、Sが、摩耗端部にはP bが付着している。この結果からC a Sの潤滑作用から摩耗の進行が抑制されたものと推定できるが、本発明鋼Xには及ばない。

また、図5より知られるごとく、従来鋼Zにおいては、Sがわずかに工具摩耗部に分布しているが、F eとOが多量に付着している。F eの酸化物は工具内のC oと置換現象を起こして工具の摩耗を促進させる作用があり、これにより摩耗が激しかったと考えられる、

実施形態例 8

本例では、さらに多数の本発明鋼および比較鋼を準備し、実施形態例 1 と同様に被削性その他の評価を行った。

- 5 まず、本発明鋼としては、表 10～表 12 に示すごとく、本発明の成分範囲内において成分を種々変化させた a 1～a 78 の 78 種類の鋼を準備した。

また、比較鋼としては、表 13 に示すごとく、本発明の成分範囲から外れる b 1～b 8 の 8 種類の鋼を準備した。

- 比較鋼 b 1 は S 量が下限をきるもの、比較鋼 b 2 は S 量が上限を超えるものである。比較鋼 b 3 は A 1 量が上限を超えるものである。比較鋼 b 4 は C a 量が下限をきるもの、比較鋼 b 5 は C a 量が上限を超えるものである。比較鋼 b 6 は M g 量が下限をきるもの、比較鋼 b 7 は M g 量が上限を超えるものである。比較鋼 b 8 は O 量が上限を超えるものである。

- 各鋼の作製は、調質鋼については実施形態例 1 と同様に、非調質鋼については 15 実施形態例 2 と同様にして行った。なお、後述する表 14～表 17 において、焼入れ焼戻し処理の項目にデータがあるものが調質鋼であり、空冷処理（1200℃加熱後）の項目にデータがあるものが非調質鋼である。

- そして、機械試験については、調質鋼については焼入れ焼戻し処理後に、非調質鋼については 1200℃加熱後空冷後に行った。その他は実施形態例 1～20 3 と同様である。

評価結果を表 14～表 17 に示す。

結果をわかりやすくするために、非常に良好なものは◎、良好なものは○、悪いものは×により示した。

各評価項目の◎、○、×の判断基準は表 18 に示す。

- 25 表 14～表 16 より知られるごとく、すべての本発明鋼は、すべての評価項目において優れた結果が得られた。

これに対し、表 17 より知られるごとく、比較鋼においては、評価項目すべてを満足するものはなかった。

具体的には、S 量が下限値を切った比較鋼 b 1 は、超硬工具摩耗、切屑処理指数、ドリル深穴性、ドリル寿命において十分な特性が得られなかった。

5 S 量が上限を上回る比較鋼 b 2 は、衝撃異方性と耐久比とが優れなかった。

A 1 量が上限を上回る比較鋼 b 3 は、超硬工具摩耗と耐久比とが優れなかった。また、比較鋼 b 3 は、非調質鋼よりなるので本発明鋼 a 1 ~ a 78 中の非調質鋼（空冷処理鋼）と比較すると、上記本発明鋼はほぼすべて P b 快削鋼の特徴であるドリル深穴性およびドリル寿命が非常に優れているのに対し、上記

10 比較鋼 b 3 は非常に優れたレベルには達せず、良好なレベルにとどまっている。

C a 量が下限値を切った比較鋼 b 4 は、超硬工具摩耗、ドリル寿命、衝撃異方性が優れなかった。

C a 量が上限を上回る比較鋼 b 5 は、耐久比が優れなかった。

M g 量が下限値を切った比較鋼 b 6 は、超硬工具摩耗、ドリル寿命、衝撃異
15 方性が優れなかった。

M g 量が上限を上回る比較鋼 b 7 は、耐久比が優れなかった。

O 量が上限を上回る比較鋼 b 8 は、超硬工具摩耗、ドリル寿命、耐久比が優れなかった。

(表10)

鋼種	No.	化学成分(重量%)																		
		C	Si	Mn	S	Cr	Al	Ca	Mg	O	Mo	Ni	V	Nb	Ti	B	Bi	REM		
本発明鋼	a1	0.11	0.25	0.91	0.101	0.50	0.002	0.0012	0.0009	0.0015	0.16	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
	a2	0.63	0.24	0.78	0.177	0.22	0.003	0.0015	0.0012	0.0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a3	0.36	0.23	0.81	0.103	1.01	0.001	0.0015	0.0010	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a4	0.46	0.26	0.85	0.101	1.07	0.002	0.0016	0.0017	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a5	0.37	0.25	1.21	0.161	0.25	0.002	0.0018	0.0012	0.0016	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a6	0.43	0.25	1.18	0.172	0.22	0.002	0.0015	0.0013	0.0014	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-
	a7	0.32	0.24	0.97	0.106	1.24	0.003	0.0014	0.0016	0.0014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a8	0.51	0.22	0.71	0.099	0.84	0.002	0.0015	0.0014	0.0015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a9	0.32	0.26	1.48	0.165	0.23	0.003	0.0015	0.0014	0.0012	-	-	0.15	-	-	-	-	-	-	-
	a10	0.48	0.27	1.00	0.164	0.23	0.002	0.0017	0.0012	0.0011	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-
	a11	0.41	0.05	0.96	0.171	0.25	0.002	0.0020	0.0015	0.0016	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-
	a12	0.40	0.93	0.65	0.168	0.20	0.002	0.0022	0.0012	0.0014	-	-	0.10	-	-	-	-	-	-	-
	a13	0.39	0.15	0.80	0.100	1.03	0.002	0.0014	0.0017	0.0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a14	0.39	0.35	0.78	0.104	1.12	0.001	0.0021	0.0008	0.0018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a15	0.40	0.15	1.22	0.168	0.20	0.002	0.0022	0.0012	0.0012	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-
	a16	0.40	0.35	1.21	0.172	0.21	0.002	0.0016	0.0018	0.0016	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a17	0.39	0.10	0.80	0.100	1.03	0.002	0.0014	0.0017	0.0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a18	0.39	0.45	0.78	0.104	1.12	0.001	0.0021	0.0008	0.0018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a19	0.40	0.10	1.22	0.168	0.20	0.002	0.0022	0.0012	0.0012	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-
	a20	0.40	0.45	1.21	0.172	0.21	0.002	0.0016	0.0018	0.0016	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a21	0.40	0.25	0.32	0.040	1.98	0.003	0.0020	0.0016	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a22	0.40	0.25	2.48	0.040	0.11	0.002	0.0018	0.0015	0.0012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a23	0.41	0.24	0.60	0.101	1.19	0.002	0.0015	0.0013	0.0016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a24	0.40	0.25	0.85	0.100	0.92	0.001	0.0018	0.0008	0.0014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a25	0.40	0.25	1.10	0.174	0.25	0.002	0.0016	0.0012	0.0011	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a26	0.40	0.26	1.30	0.169	0.15	0.002	0.0018	0.0010	0.0013	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a27	0.40	0.25	0.51	0.101	1.24	0.002	0.0015	0.0013	0.0016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a28	0.40	0.23	0.99	0.100	0.82	0.001	0.0018	0.0008	0.0014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a29	0.39	0.27	0.80	0.172	0.53	0.002	0.0015	0.0018	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a30	0.40	0.25	1.50	0.172	0.11	0.002	0.0015	0.0009	0.0013	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-

(表11)

鋼種	No.	化学成分(重量%)																		
		C	Si	Mn	S	Cr	Al	Ca	Mg	O	Mo	Ni	V	Nb	Ti	B	Bi	REM		
本 発 明 鋼	a31	0.40	0.25	0.92	0.032	0.20	0.002	0.0021	0.0014	0.0014	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a32	0.41	0.24	1.37	0.347	0.19	0.003	0.0039	0.0028	0.0016	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a33	0.40	0.25	0.78	0.080	1.07	0.002	0.0015	0.0011	0.0016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a34	0.40	0.23	0.83	0.120	1.09	0.002	0.0019	0.0015	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a35	0.39	0.25	0.81	0.140	1.00	0.002	0.0014	0.0017	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a36	0.40	0.25	0.85	0.180	1.03	0.003	0.0018	0.0010	0.0015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a37	0.40	0.24	1.03	0.080	0.21	0.002	0.0025	0.0011	0.0011	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a38	0.39	0.25	1.03	0.120	0.19	0.002	0.0023	0.0017	0.0014	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a39	0.40	0.24	1.20	0.140	0.20	0.002	0.0021	0.0012	0.0011	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-
	a40	0.40	0.24	1.20	0.180	0.20	0.003	0.0020	0.0020	0.0011	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a41	0.40	0.25	2.48	0.040	0.11	0.002	0.0018	0.0015	0.0012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a42	0.40	0.25	0.32	0.040	1.98	0.003	0.0020	0.0016	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a43	0.40	0.25	0.85	0.100	0.92	0.001	0.0018	0.0008	0.0014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a44	0.41	0.24	0.60	0.101	1.19	0.002	0.0015	0.0013	0.0016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a45	0.40	0.26	1.30	0.169	0.15	0.002	0.0018	0.0010	0.0013	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a46	0.40	0.25	1.10	0.174	0.25	0.002	0.0016	0.0012	0.0011	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a47	0.40	0.23	0.99	0.100	0.82	0.001	0.0018	0.0008	0.0014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a48	0.40	0.25	0.51	0.101	1.24	0.002	0.0015	0.0013	0.0016	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a49	0.40	0.25	1.50	0.172	0.11	0.002	0.0015	0.0009	0.0013	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a50	0.39	0.27	0.80	0.172	0.53	0.002	0.0015	0.0018	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a51	0.40	0.25	1.20	0.166	0.20	0.004	0.0024	0.0009	0.0014	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a52	0.40	0.25	1.20	0.166	0.20	0.004	0.0024	0.0009	0.0014	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a53	0.41	0.25	1.19	0.162	0.20	0.002	0.0005	0.0011	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a54	0.40	0.26	1.20	0.163	0.20	0.002	0.0068	0.0012	0.0009	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a55	0.40	0.24	0.79	0.100	1.09	0.002	0.0005	0.0008	0.0014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a56	0.39	0.24	0.80	0.103	1.11	0.002	0.0040	0.0009	0.0015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	a57	0.41	0.25	1.19	0.162	0.20	0.002	0.0005	0.0011	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a58	0.40	0.25	1.21	0.167	0.19	0.002	0.0040	0.0013	0.0010	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a59	0.40	0.25	1.20	0.165	0.20	0.002	0.0023	0.0003	0.0014	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
	a60	0.40	0.27	1.21	0.172	0.20	0.002	0.0019	0.0064	0.0009	-	-	0.11	-	-	-	-	-	-	-

(表12)

鋼種	No.	化学成分(重量%)																
		C	Si	Mn	S	Cr	Al	Ca	Mg	O	Mo	Ni	V	Nb	Ti	B	Bi	REM
本 発 明 鋼	a61	0.39	0.24	0.81	0.103	1.08	0.002	0.0018	0.0005	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	-
	a62	0.40	0.25	0.79	0.100	1.05	0.002	0.0022	0.0040	0.0011	-	-	-	-	-	-	-	-
	a63	0.40	0.25	1.24	0.171	0.20	0.001	0.0016	0.0005	0.0017	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	a64	0.40	0.25	1.20	0.172	0.20	0.002	0.0015	0.0040	0.0011	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	a65	0.40	0.25	1.29	0.161	0.20	0.002	0.0014	0.0012	0.0018	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	a66	0.40	0.25	1.29	0.161	0.20	0.002	0.0014	0.0012	0.0018	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	a67	0.40	0.25	1.20	0.165	0.20	0.002	0.0022	0.0012	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	0.02	-
	a68	0.40	0.25	1.21	0.164	0.20	0.001	0.0020	0.0014	0.0015	-	-	0.12	-	-	-	0.18	-
	a69	0.40	0.24	0.80	0.103	1.02	0.002	0.0014	0.0014	0.0011	-	-	-	-	-	-	0.02	-
	a70	0.40	0.25	0.82	0.102	1.04	0.002	0.0017	0.0010	0.0013	-	-	-	-	-	-	0.10	-
	a71	0.40	0.25	1.20	0.166	0.20	0.002	0.0022	0.0012	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	0.02	-
	a72	0.40	0.25	1.21	0.166	0.20	0.001	0.0020	0.0014	0.0015	-	-	0.12	-	-	-	0.10	-
	a73	0.41	0.26	1.20	0.166	0.20	0.002	0.0015	0.0012	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	-	0.002
	a74	0.40	0.25	1.19	0.168	0.20	0.002	0.0020	0.0012	0.0013	-	-	0.12	-	-	-	-	0.260
	a75	0.40	0.24	0.79	0.099	1.02	0.002	0.0014	0.0014	0.0011	-	-	-	-	-	-	-	0.050
	a76	0.39	0.25	0.81	0.104	1.04	0.002	0.0017	0.0010	0.0013	-	-	-	-	-	-	-	0.100
a77	0.40	0.25	1.22	0.166	0.20	0.002	0.0013	0.0013	0.0010	-	-	0.12	-	-	-	-	0.050	
a78	0.40	0.25	1.21	0.168	0.20	0.002	0.0022	0.0017	0.0014	-	-	0.12	-	-	-	-	0.150	

(表13)

鋼種	No.	化学成分(重量%)																
		C	Si	Mn	S	Cr	Al	Ca	Mg	O	Mo	Ni	V	Nb	Ti	B	Bi	REM
比較鋼	b1	0.40	0.25	0.82	0.020	0.20	0.002	0.0016	0.0013	0.0015	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	b2	0.40	0.26	1.38	0.370	0.20	0.002	0.0014	0.0011	0.0016	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	b3	0.41	0.25	1.20	0.171	0.20	0.012	0.0022	0.0010	0.0016	-	-	0.11	-	-	-	-	-
	b4	0.41	0.25	1.22	0.161	0.20	0.002	0.0003	0.0011	0.0012	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	b5	0.40	0.24	1.20	0.165	0.19	0.002	0.0210	0.0018	0.0009	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	b6	0.40	0.25	1.19	0.162	0.20	0.002	0.0016	0.0002	0.0016	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	b7	0.40	0.25	1.20	0.162	0.21	0.002	0.0018	0.0210	0.0014	-	-	0.12	-	-	-	-	-
	b8	0.41	0.26	1.23	0.162	0.20	0.002	0.0013	0.0011	0.0022	-	-	0.12	-	-	-	-	-

(表14)

鋼種	No.	超硬工具 摩耗		切屑処理性 指数		ドリル 深穴性		ドリル寿命		空冷処理		焼入れ戻し処理		衝撃異方性		耐久比	
		(mm)	評価	(指数)	評価	(mm)	評価	(穴数)	評価	(Hv)	引張強さ	(Hv)	引張強さ	(T/L)	評価	(耐久比)	評価
本発明鋼	a1	0.05	○	21	○	73	◎	861	◎	182	-	401	1281	0.47	○	0.49	○
	a2	0.09	○	29	○	76	◎	754	○	-	-	301	972	0.36	○	0.47	○
	a3	0.11	○	14	○	67	○	650	○	-	-	282	918	0.33	○	0.50	○
	a4	0.12	○	13	○	62	○	614	○	-	-	306	994	0.33	○	0.49	○
	a5	0.06	○	34	○	94	◎	1241	◎	238	776	-	-	0.36	○	0.46	○
	a6	0.08	○	31	○	94	◎	1117	◎	254	820	-	-	0.34	○	0.45	○
	a7	0.12	○	14	○	68	○	675	○	-	-	280	912	0.31	○	0.51	○
	a8	0.12	○	13	○	64	○	622	○	-	-	325	1054	0.30	○	0.49	○
	a9	0.06	○	32	○	94	◎	1212	◎	245	798	-	-	0.35	○	0.47	○
	a10	0.07	○	34	○	94	◎	1160	◎	248	807	-	-	0.33	○	0.44	○
	a11	0.08	○	32	○	94	◎	1121	◎	252	818	-	-	0.33	○	0.45	○
	a12	0.08	○	31	○	94	◎	1106	◎	257	820	-	-	0.35	○	0.45	○
	a13	0.11	○	15	○	68	○	666	○	-	-	289	935	0.32	○	0.51	○
	a14	0.11	○	14	○	66	○	648	○	-	-	292	935	0.32	○	0.50	○
	a15	0.07	○	32	○	94	◎	1128	◎	249	809	-	-	0.34	○	0.46	○
	a16	0.08	○	31	○	94	◎	1100	◎	254	821	-	-	0.34	○	0.45	○
	a17	0.11	○	15	○	68	○	666	○	-	-	289	935	0.32	○	0.51	○
	a18	0.11	○	14	○	66	○	648	○	-	-	292	935	0.32	○	0.50	○
	a19	0.07	○	32	○	94	◎	1128	◎	249	809	-	-	0.34	○	0.46	○
	a20	0.08	○	31	○	94	◎	1100	◎	254	821	-	-	0.34	○	0.45	○
	a21	0.11	○	13	○	62	○	664	○	-	-	294	938	0.41	○	0.49	○
	a22	0.12	○	14	○	61	○	621	○	-	-	288	934	0.40	○	0.49	○
	a23	0.11	○	15	○	66	○	668	○	-	-	290	936	0.33	○	0.50	○
	a24	0.11	○	14	○	64	○	643	○	-	-	296	940	0.32	○	0.51	○
	a25	0.08	○	31	○	94	◎	1106	◎	253	820	-	-	0.34	○	0.45	○
	a26	0.08	○	31	○	94	◎	1097	◎	258	823	-	-	0.34	○	0.45	○
	a27	0.11	○	15	○	66	○	668	○	-	-	290	936	0.33	○	0.50	○
	a28	0.11	○	14	○	64	○	643	○	-	-	296	940	0.32	○	0.51	○
	a29	0.08	○	32	○	94	◎	1111	◎	243	790	-	-	0.33	○	0.46	○
	a30	0.08	○	31	○	94	◎	1102	◎	251	809	-	-	0.34	○	0.45	○

(表15)

鋼種	No.	超硬工具摩耗		切屑処理性		ドリル深穴性		ドリル寿命		空冷処理		焼入れ戻し処理		衝撃異方性		耐久比	
		(mm)	評価	(指数)	評価	(mm)	評価	(穴数)	評価	硬さ (Hv)	引張強さ (Mpa)	硬さ (Hv)	引張強さ (Mpa)	(T/L)	評価	(耐久比)	評価
本発明鋼	a31	0.07	○	32	○	68	○	821	○	245	793	-	-	0.39	○	0.45	○
	a32	0.06	○	36	◎	94	◎	1296	◎	242	792	-	-	0.31	○	0.45	○
	a33	0.11	○	14	○	66	○	660	○	-	-	288	937	0.33	○	0.51	○
	a34	0.10	○	15	○	68	○	692	○	-	-	284	932	0.32	○	0.50	○
	a35	0.10	○	24	○	94	◎	835	○	-	-	291	935	0.31	○	0.51	○
	a36	0.10	○	26	○	94	◎	898	◎	-	-	286	932	0.31	○	0.50	○
	a37	0.08	○	27	○	94	◎	1074	◎	250	810	-	-	0.35	○	0.46	○
	a38	0.08	○	29	○	94	◎	1082	◎	247	808	-	-	0.33	○	0.46	○
	a39	0.08	○	31	○	94	◎	1124	◎	251	810	-	-	0.34	○	0.46	○
	a40	0.07	○	33	○	94	◎	1155	◎	251	810	-	-	0.33	○	0.45	○
	a41	0.12	○	14	○	61	○	621	○	-	-	288	934	0.40	○	0.49	○
	a42	0.11	○	13	○	62	○	664	○	-	-	294	938	0.41	○	0.49	○
	a43	0.11	○	14	○	64	○	643	○	-	-	296	940	0.32	○	0.51	○
	a44	0.11	○	15	○	66	○	668	○	-	-	290	936	0.33	○	0.50	○
	a45	0.08	○	31	○	94	◎	1097	◎	258	823	-	-	0.34	○	0.45	○
	a46	0.08	○	31	○	94	◎	1106	◎	253	820	-	-	0.34	○	0.45	○
	a47	0.11	○	14	○	64	○	643	○	-	-	296	940	0.32	○	0.51	○
	a48	0.11	○	15	○	66	○	668	○	-	-	290	936	0.33	○	0.50	○
	a49	0.08	○	31	○	94	◎	1102	◎	251	809	-	-	0.34	○	0.45	○
	a50	0.08	○	32	○	94	◎	1111	◎	243	790	-	-	0.33	○	0.46	○
a51	0.09	○	32	○	94	◎	1072	◎	251	808	-	-	0.34	○	0.44	○	
a52	0.09	○	32	○	94	◎	1072	◎	251	808	-	-	0.34	○	0.44	○	
a53	0.08	○	33	○	94	◎	1121	◎	248	811	-	-	0.32	○	0.45	○	
a54	0.06	○	32	○	94	◎	1157	◎	253	814	-	-	0.36	○	0.45	○	
a55	0.12	○	15	○	65	○	633	○	-	-	295	932	0.31	○	0.51	○	
a56	0.10	○	13	○	66	○	649	○	-	-	293	933	0.33	○	0.50	○	
a57	0.08	○	33	○	94	◎	1121	◎	248	811	-	-	0.32	○	0.45	○	
a58	0.07	○	33	○	94	◎	1149	◎	249	811	-	-	0.35	○	0.45	○	
a59	0.08	○	32	○	94	◎	1155	◎	247	808	-	-	0.33	○	0.46	○	
a60	0.07	○	33	○	94	◎	1196	◎	251	810	-	-	0.35	○	0.45	○	

(表16)

鋼種	No.	超硬工具 摩耗		切屑処理性 指数		ドリル 深穴性		ドリル寿命		空冷処理		焼入れ戻し処理		衝撃異方性		耐久比	
		(mm)	評価	(指数)	評価	(mm)	評価	(穴数)	評価	硬さ (Hv)	引張強さ (Mpa)	硬さ (Hv)	引張強さ (Mpa)	(T/L)	評価	(耐久比)	評価
本発明鋼	a61	0.11	○	15	○	67	○	651	○	-	-	292	938	0.31	○	0.51	○
	a62	0.09	○	15	○	69	○	673	○	-	-	294	937	0.33	○	0.50	○
	a63	0.09	○	32	○	94	◎	1158	◎	244	802	-	-	0.32	○	0.45	○
	a64	0.07	○	33	○	94	◎	1188	◎	253	812	-	-	0.35	○	0.45	○
	a65	0.09	○	31	○	94	◎	1089	◎	254	821	-	-	0.34	○	0.45	○
	a66	0.09	○	31	○	94	◎	1089	◎	254	821	-	-	0.34	○	0.45	○
	a67	0.07	○	37	◎	94	◎	1384	◎	249	809	-	-	0.34	○	0.45	○
	a68	0.07	○	40	◎	94	◎	1453	◎	251	813	-	-	0.33	○	0.45	○
	a69	0.11	○	24	○	68	○	850	◎	-	-	289	935	0.32	○	0.51	○
	a70	0.11	○	26	○	72	○	904	◎	-	-	293	940	0.31	○	0.50	○
	a71	0.07	○	37	◎	94	◎	1384	◎	249	809	-	-	0.34	○	0.45	○
	a72	0.07	○	38	◎	94	◎	1407	◎	251	813	-	-	0.33	○	0.45	○
	a73	0.07	○	32	○	94	◎	1329	◎	250	810	-	-	0.34	○	0.45	○
	a74	0.07	○	35	◎	94	◎	1425	◎	250	810	-	-	0.33	○	0.45	○
	a75	0.09	○	23	○	66	○	847	○	-	-	290	936	0.32	○	0.50	○
	a76	0.08	○	25	○	69	○	900	◎	-	-	291	936	0.31	○	0.50	○
a77	0.07	○	33	○	94	◎	1333	◎	248	809	-	-	0.34	○	0.45	○	
a78	0.07	○	34	○	94	◎	1408	◎	253	811	-	-	0.33	○	0.45	○	

(表17)

鋼種	No	超硬工具 摩耗		切屑処理性 指数		ドリル 深穴性		ドリル寿命		空冷処理		焼入れ戻し処理		衝撃異方性		耐久比	
		(mm)	評価	(指数)	評価	(mm)	評価	(穴数)	評価	(Hv)	引張強さ (Mpa)	硬さ (Hv)	引張強さ (Mpa)	(T/L)	評価	(耐久比)	評価
比較鋼	b1	0.15	×	8	×	25	×	343	×	245	793	-	-	0.39	○	0.45	○
	b2	0.06	○	36	◎	94	◎	1306	◎	242	792	-	-	0.15	×	0.40	×
	b3	0.14	×	30	◎	71	○	846	○	253	810	-	-	0.34	○	0.41	×
	b4	0.14	×	33	◎	94	◎	530	×	250	813	-	-	0.26	×	0.45	○
	b5	0.06	○	32	◎	94	◎	1159	◎	256	811	-	-	0.36	○	0.41	×
	b6	0.14	×	32	◎	94	◎	538	×	247	802	-	-	0.25	×	0.45	○
	b7	0.07	○	33	◎	94	◎	1162	◎	246	799	-	-	0.36	○	0.40	×
	b8	0.13	×	30	◎	87	◎	544	×	249	804	-	-	0.34	○	0.41	×

(表18)

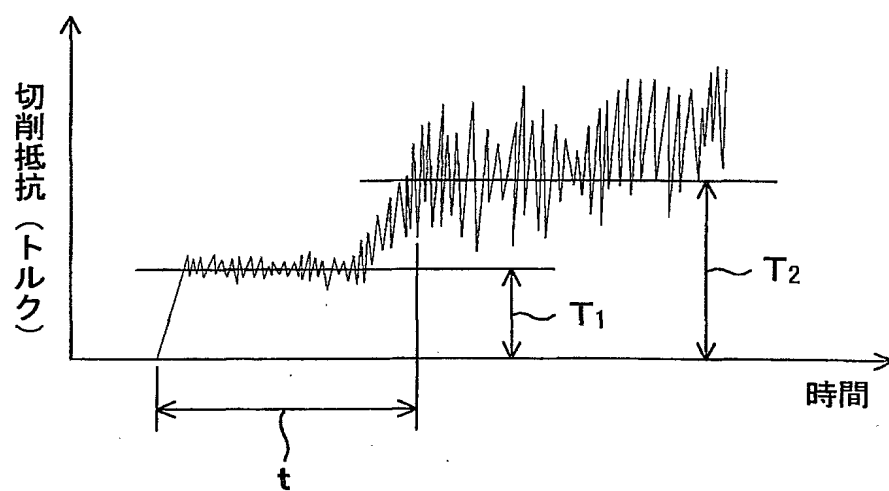
	評価基準					
	超硬工具 摩耗	切屑処理性 指数	ドリル 深穴性	ドリル寿命	衝撃異方 性	耐久比
◎	0.04以下	35以上	73以上	850以上	0.50以上	0.54以上
○	0.05～0.12	13～34	61～72	600～849	0.30～0.49	0.43～0.53
×	0.13以上	12以下	60以下	599以下	0.29以下	0.42以下

上述のごとく、本発明によれば、P bを含有せず、かつ、従来のP b含有快削鋼と同等以上の特性を有する、被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼を提供することができる。

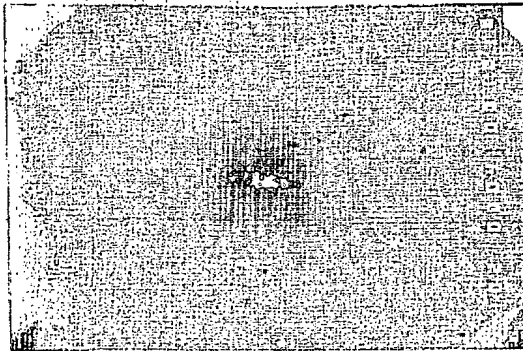
請求の範囲

1. 重量%において、C : 0.10~0.65%, Si : 0.03~1.00%,
Mn : 0.30~2.50%, S : 0.03~0.35%, Cr : 0.1~2.
5 0%, Al : 0.010%未満, Ca : 0.0005~0.020%, Mg :
0.0003~0.020%を含有し、O : 20 ppm未満であり、残部Fe
および不可避不純物からなることを特徴とする、被削性に優れ、強度異方性の
小さい鉛無添加の機械構造用鋼。
2. 重量%において、C : 0.10~0.65%, Si : 0.03~1.00%,
10 Mn : 0.30~2.50%, S : 0.03~0.35%, Cr : 0.1~2.
0%, Al : 0.005%未満, Ca : 0.0005~0.020%, Mg :
0.0003~0.020%を含有し、O : 20 ppm未満であり、残部Fe
および不可避不純物からなることを特徴とする、被削性に優れ、強度異方性の
小さい鉛無添加の機械構造用鋼。
- 15 3. 請求の範囲第1又は2において、さらにMo : 0.05~1.00%, N
i : 0.1~3.5%, V : 0.01~0.50%, Nb : 0.01~0.1
0%, Ti : 0.01~0.10%, B : 0.0005~0.0100%から
選択した1種または2種以上を含有することを特徴とする、被削性に優れ、強
度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼。
- 20 4. 請求の範囲第1~3のいずれか1項において、さらに、Bi : 0.01~
0.30%, REM : 0.001~0.10%から選択した1種または2種を
含有することを特徴とする、被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機
械構造用鋼。
- 25 5. 請求の範囲第1~4のいずれか1項において、硫化物系の介在物として(C
a, Mg)S, (Ca, Mg, Mn)Sの1種または2種を含有することを特徴
とする、被削性に優れ、強度異方性の小さい鉛無添加の機械構造用鋼。

FIG. 1



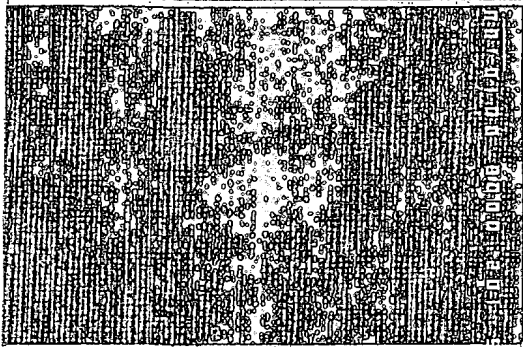
SEM像



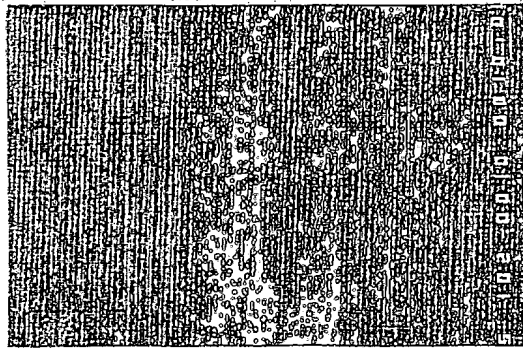
Mn



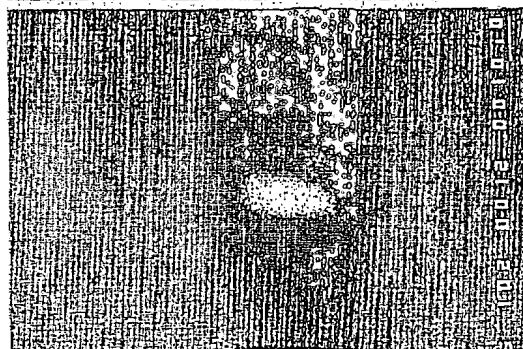
Si



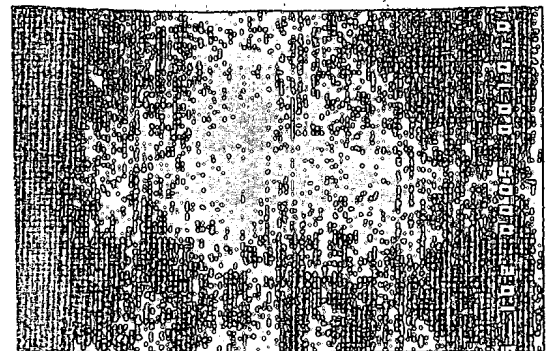
Mg



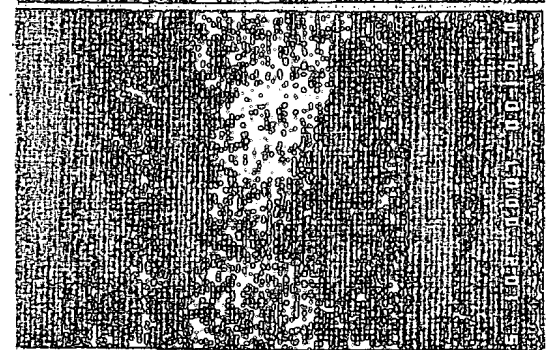
S



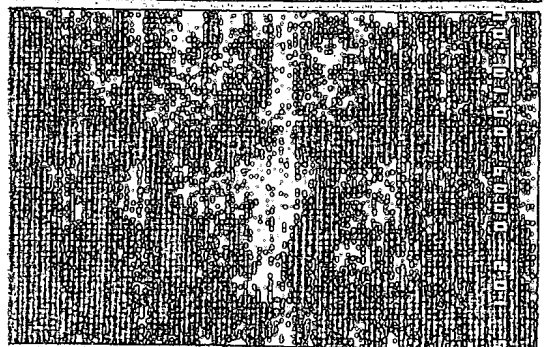
Al



Fe



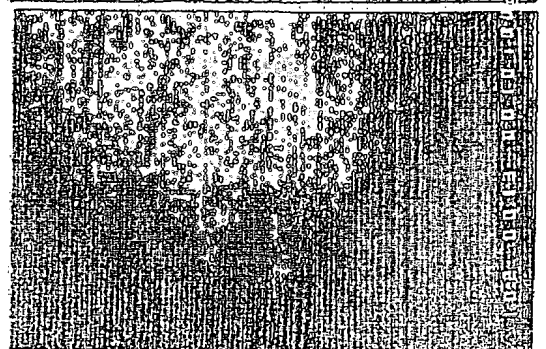
O



P



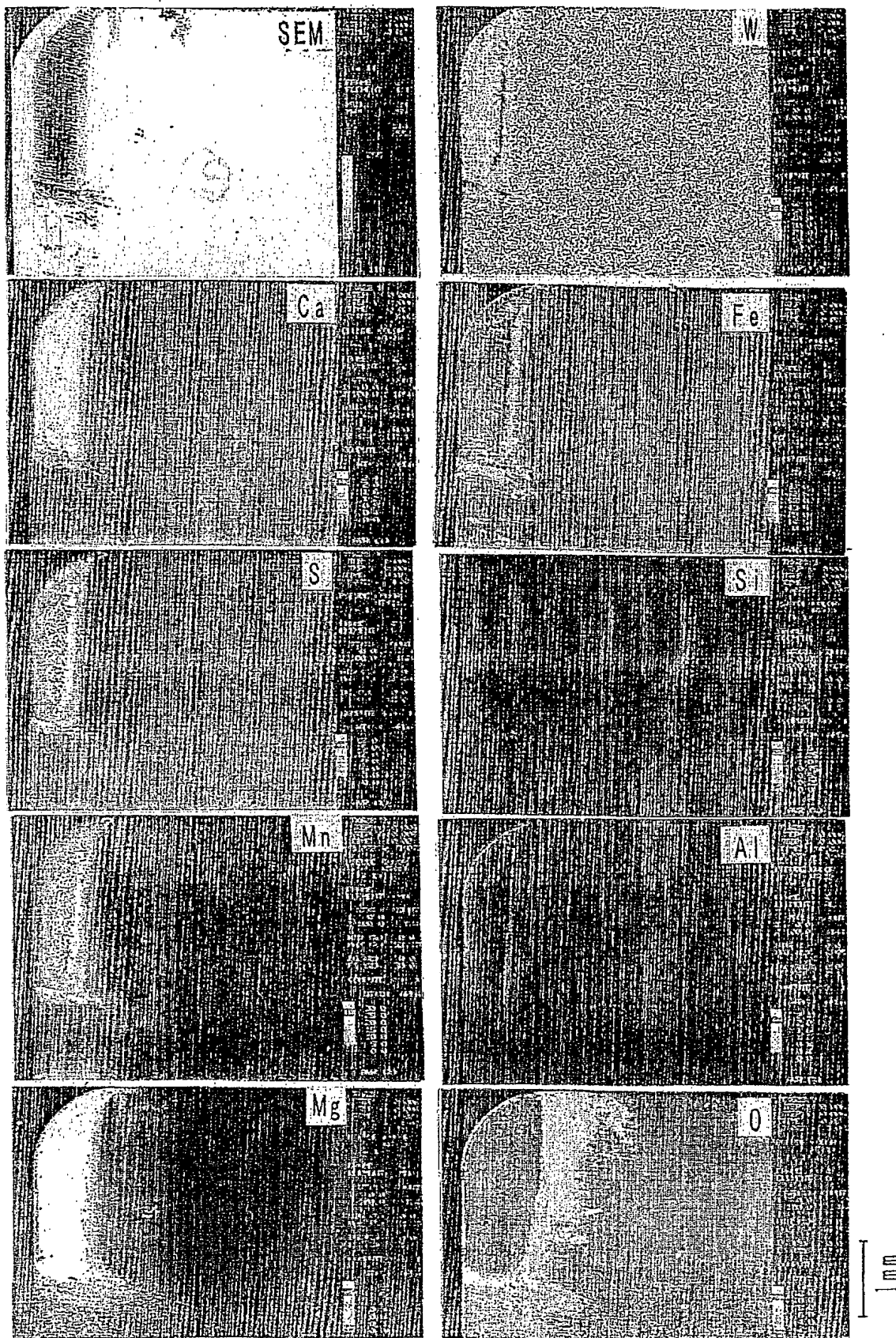
Ca



差替え用紙(規則26)

FIG. 3

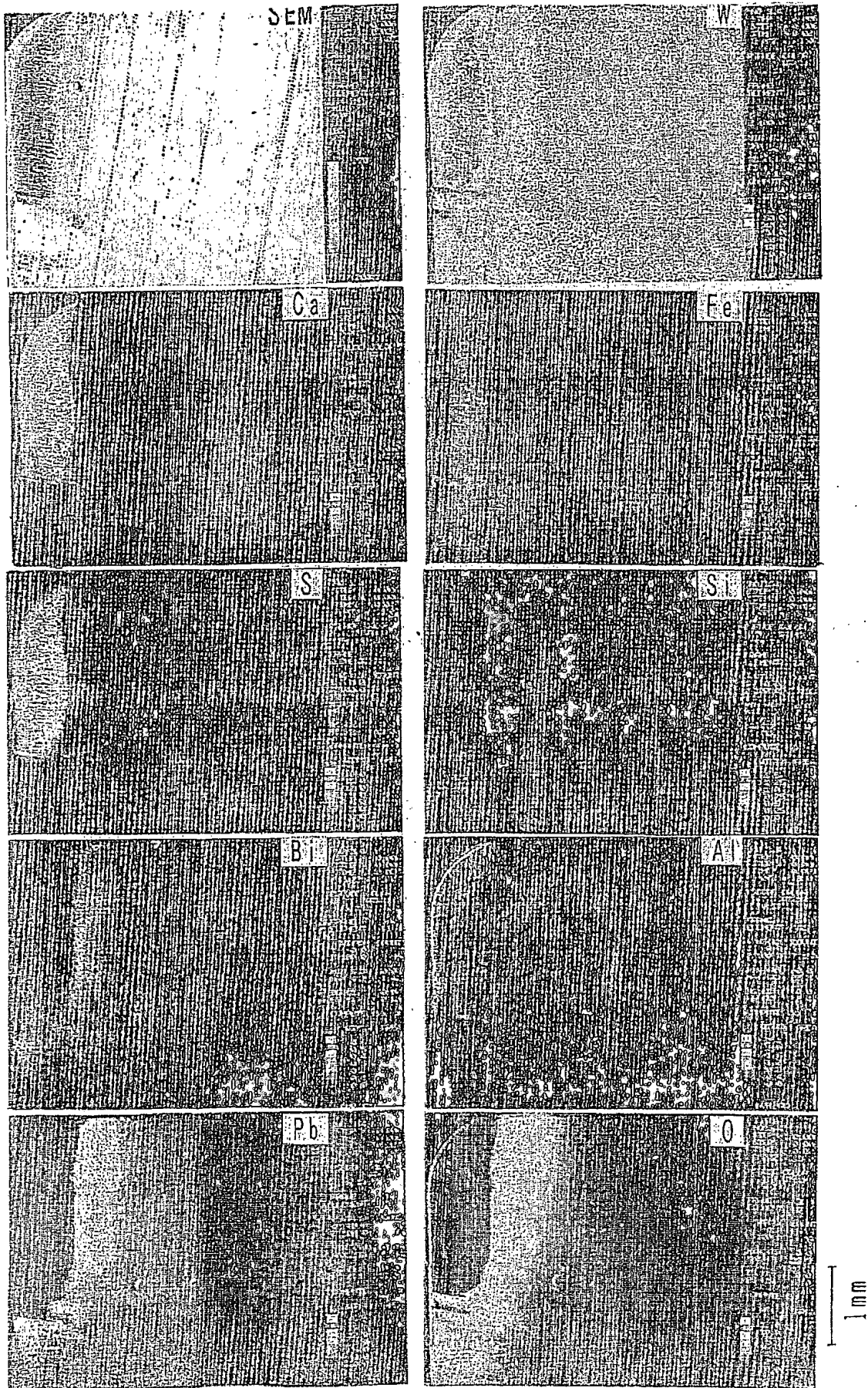
3/5



差替え用紙(規則26)

FIG. 4

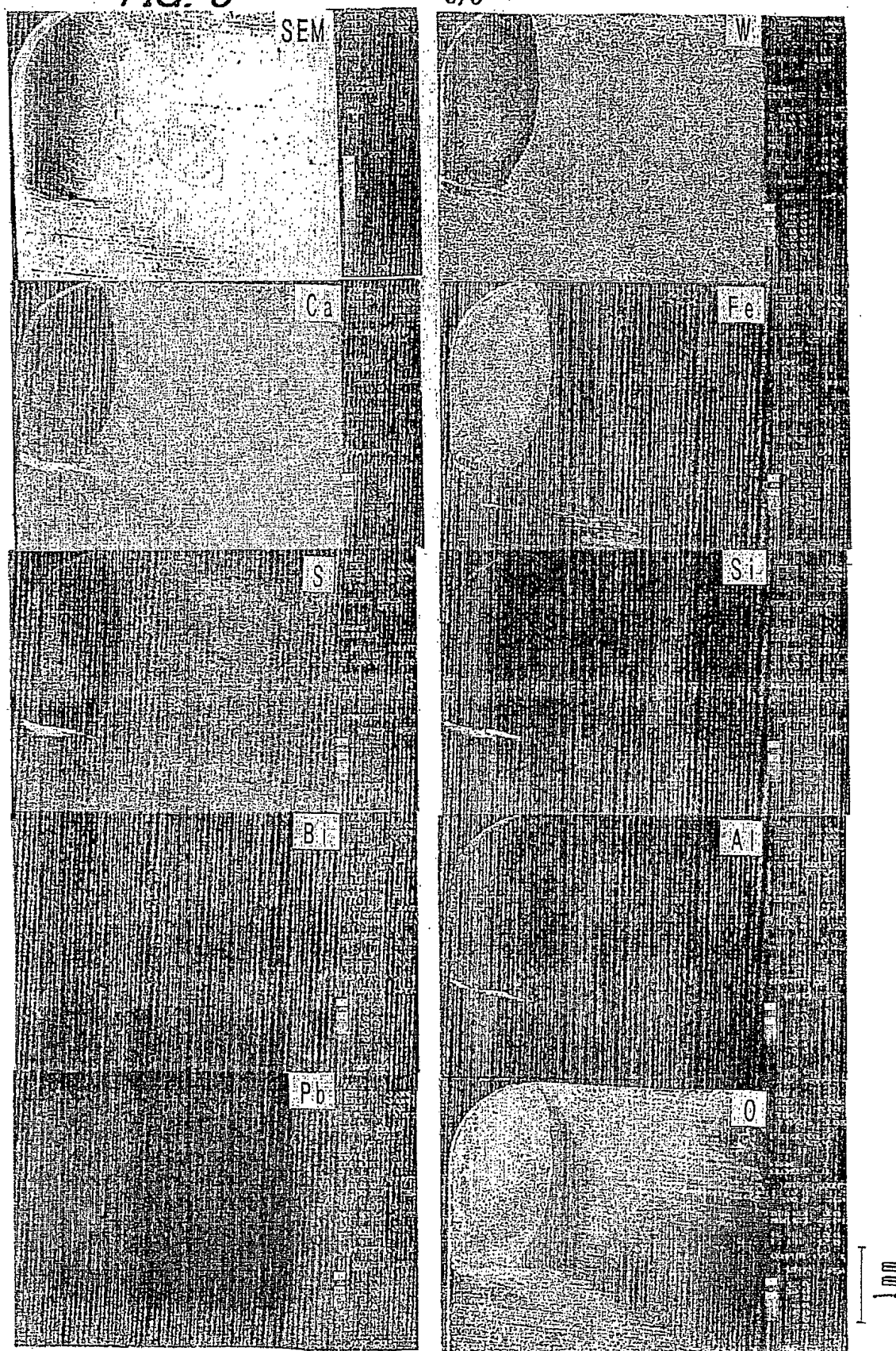
4/5



羊 紙 田 (規則26)

FIG. 5

5/5



差 替 々 用 紙 (規則26)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C22C38/18, 38/54, 38/60

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C22C38/00-38/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 60-75549, A (Hitachi Metals, Ltd.), 15 March, 1989 (15.03.89) (Family: none)	1-5
A	JP, 3-240931, A (NKK Corporation), 28 October, 1991 (28.10.91) (Family: none)	1-5
A	JP, 3-177539, A (Nippon Steel Corporation), 01 August, 1991 (01.08.91) (Family: none)	1-5
A	JP, 9-217147, A (Daido Steel Co., Ltd.), 19 August, 1997 (19.08.97) (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 April, 2000 (20.04.00)Date of mailing of the international search report
02 May, 2000 (02.05.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/18, 38/54, 38/60

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C22C38/00-38/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 60-75549, A(日立金属株式会社), 27. 4月. 1985(27. 04. 85) (ファミリーなし)	1-5
A	JP, 3-240931, A(日本鋼管株式会社), 28. 10月. 1991(28. 10. 91) (ファミリーなし)	1-5
A	JP, 3-177539, A(新日本製鐵株式会社), 1. 8月. 1991(01. 08. 91) (ファミリーなし)	1-5
A	JP, 9-217147, A(大同特殊鋼株式会社), 19. 8月. 1997(19. 08. 97) (ファミリーなし)	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 04. 00

国際調査報告の発送日

02.05.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

長者 義久



4K

8015

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

THIS PAGE BLANK (USPTO)